

## LIGHTING CIRCUIT

Patent Number: JP2001215913  
Publication date: 2001-08-10  
Inventor(s): TAKAHASHI JUN; KOGA TOMOYUKI  
Applicant(s): TOKO INC  
Requested Patent: ☐ JP2001215913  
Application JP20000027099 20000204  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G09G3/14; H01L33/00; H02M3/155;  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a lighting circuit capable of making a constant current flow through light emitting diodes and the value of the current correctly and easily.

**SOLUTION:** A constant current circuit 2 is connected in series with a light emitting unit 3 consisting of light emitting diodes LED11 to LED1n. The DC power is supplied from a converter circuit 1 to the series circuit of the light emitting unit 3 and the constant current circuit 2 while controlling its output voltage so that the voltage across terminals of the circuit 2 becomes constant. In constitution like this, a current  $i$  passing through the unit 3 and the circuit 2 is held at a constant value by the current stabilizing action of the inside of the circuit 2. As a result, the current passing through the unit 3 is hardly affected by ripples of the output voltage of the circuit 1 and ambient temperatures as compared with a case that a resistance  $R1$  is used.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-215913

(P2001-215913A)

(43)公開日 平成13年8月10日(2001.8.10)

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト\*(参考)

G 0 9 G 3/14

G 0 9 G 3/14

J 3K073

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

J 5C080

H 0 2 M 3/155

H 0 2 M 3/155

J 5F041

F 5H730

H 0 5 B 37/02

H 0 5 B 37/02

J

審査請求 未請求 請求項の数6

O L

(全9頁)

(21)出願番号 特願2000-27099(P2000-27099)

(22)出願日 平成12年2月4日(2000.2.4)

(71)出願人 000003089

東光株式会社

東京都大田区東雪谷2丁目1番17号

(72)発明者 高橋 純

埼玉県鶴ヶ島市大字五味ヶ谷18番地 東光

株式会社埼玉事業所内

(72)発明者 古賀 智之

埼玉県鶴ヶ島市大字五味ヶ谷18番地 東光

株式会社埼玉事業所内

(74)代理人 100073737

弁理士 大田 優

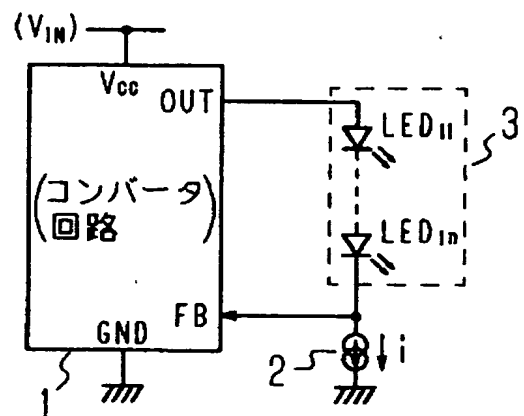
最終頁に続く

(54)【発明の名称】点灯回路

(57)【要約】

【課題】 発光ダイオードに安定した電流を流すことができ、しかもその電流値を正確かつ容易に設定することが可能な点灯回路を提供する。

【解決手段】 発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>からなる発光ユニット3に定電流回路2を直列接続する。当該発光ユニット3と定電流回路2の直列回路に対して、コンバータ回路1から、定電流回路2の端子間電圧が一定になるよう出力電圧を制御しながら直流電力を供給する。このような構成では、発光ユニット3と定電流回路2を通過する電流iは定電流回路2の内部の電流安定化作用により一定の値に保持される。このため発光ユニット3を通過する電流は、抵抗R1を使用した時に比べてコンバータ回路1の出力電圧のリプルや周囲温度の影響をほとんど受けないものとなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの発光ダイオードからなる発光ユニットに対し、該発光ダイオードが点灯するのに必要な直流電力を供給する点灯回路において、該発光ユニットに対して直列に接続される定電流回路と、

該定電流回路の端子間電圧が一定になるよう出力電圧を制御しながら、該発光ユニットと該定電流回路の直列回路に直流電力を供給するコンバータ回路とを具備することを特徴とする点灯回路。

【請求項2】 前記定電流回路は、

電流源と、

該電流源にその主電流路が直列に接続された第1のトランジスタと、

前記発光ユニットにその主電流路が直列に接続され、該第1のトランジスタの制御端子にその制御端子が接続された第2のトランジスタとを具備することを特徴とする、請求項1に記載した点灯回路。

【請求項3】 前記定電流回路は、

前記発光ユニットに直列接続された第3のトランジスタと、

該発光ユニットを流れる電流に応じて該第3のトランジスタの導通状態を制御する誤差増幅器とを具備することを特徴とする、請求項1に記載した点灯回路。

【請求項4】 前記コンバータ回路は、前記定電流回路の端子間電圧を、該定電流回路が所定の大きさの電流を安定的に流すことができるサチレーション電圧以上の電圧値に保持することを特徴とする、請求項1から請求項3のいずれかに記載した点灯回路。

【請求項5】 複数の発光ダイオードを直列接続してなるダイオード列を複数並設した発光ユニットに対して、該発光ダイオードが点灯するのに必要な直流電力を供給する点灯回路において、

電流源と、該電流源にその主電流路が直列に接続された第1のトランジスタと、該発光ユニットの各ダイオード列にそれぞれ主電流路が接続され、該第1のトランジスタの制御端子に各制御端子が接続された複数の第2のトランジスタとを有する定電流回路と、

所定のダイオード列と第2のトランジスタの接続点の電圧を検出し、該所定の第2のトランジスタの主電流路の端子間電圧が一定になるよう出力電圧を制御しながら、それぞれのダイオード列と第2のトランジスタの直列回路に直流電力を供給するコンバータ回路とを具備することを特徴とする点灯回路。

【請求項6】 前記コンバータ回路は、前記所定の第2のトランジスタの主電流路の端子間電圧を、該所定の第2のトランジスタが所定の大きさの電流を安定的に流すことのできるサチレーション電圧以上の電圧値に保持することを特徴とする、請求項5に記載した点灯回路。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオードを定電流で駆動し、発光ユニットを安定して点灯させるための点灯回路の改良技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】発光ダイオードを点灯させた時、その発光輝度は電流の大きさに依存する。このため、発光ダイオードに安定して点灯させるには、発光ダイオードを定電流にて駆動することが望ましい。図7には、発光ダイオードを定電流駆動するよう構成された点灯回路の、従来の一例の回路図を示した。図7に示す回路は以下のような構成としている。チョークコイルL1の一端を電源供給点(V<sub>IN</sub>)に接続し、チョークコイルL1の他端をNPN型のスイッチングトランジスタQ1のコレクタに接続する。スイッチングトランジスタQ1のコレクタにダイオードD1のアノードを接続し、ダイオードD1のカソードをコンデンサC1を介してグランドに接続する。

【0003】スイッチングトランジスタQ1のエミッタはグランドに接続し、ベースは制御回路DR1に接続する。制御回路DR1はさらに誤差増幅器EA1の出力側と接続し、誤差増幅器EA1の2つある入力側のうちの第1の入力側は基準電圧源V<sub>REF</sub>を介してグランドに接続する。このチョークコイルL1、スイッチングトランジスタQ1、ダイオードD1、コンデンサC1、制御回路DR1、誤差増幅器EA1および基準電圧源V<sub>REF</sub>によりコンバータ回路1aが構成されている。複数の発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>を全て直列に接続し、発光ユニット3を構成する。この発光ユニット3に抵抗R1を直列に接続し、この直列接続された発光ユニット3と抵抗R1をコンバータ回路1aのコンデンサC1に対して並列に接続する。そして、発光ユニット3と抵抗R1の接続点を誤差増幅器EA1の2つある入力側のうちの第2の入力側に接続する。

【0004】以上のような構成の回路では、まず、スイッチングトランジスタQ1が制御回路DR1からの駆動信号に応じてオン、オフ動作を繰り返し、電流を断続する。スイッチングトランジスタQ1がオン状態からオフ状態に転換した時、チョークコイルL1に逆起電圧が発生し、入力電圧V<sub>IN</sub>と逆起電圧による電圧値の高い合成電圧がダイオードD1のアノードの位置に現れる。するとダイオードD1を介してコンデンサC1に充電電流が流入し、コンデンサC1の端子間に入力電圧V<sub>IN</sub>より高い電圧が出現する。このコンデンサC1の端子間電圧がコンバータ回路1aの出力電圧として直列接続された発光ユニット3と抵抗R1に供給される。これにより発光ユニット3の各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>に電流が流れ、各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>が点灯する。

【0005】ここで図7の回路では、誤差増幅器EA1

10

20

30

40

50

の第1の入力側は基準電圧源 $V_{ref}$ を介してグラウンドに接続されている。一方、誤差増幅器EA1の第2の入力側は抵抗R1を介してグラウンドに接続された形となっている。このため図7の回路のコンバータ回路1aは、抵抗R1の端子間電圧と基準電圧 $V_{ref}$ がほぼ等しくなるよう、スイッチングトランジスタQ1のオン、オフ期間を変化させ、その出力電圧であるコンデンサC1の端子間電圧を制御する。例えば、図7の回路が定常運転状態に有り、抵抗R1の端子間電圧がほぼ基準電圧 $V_{ref}$ に等しい電圧値に保持されているものとする。この時、抵抗R1を流れる電流 $I_R$ は、ほぼ $(V_{ref}/R1)$ で一定となる。発光ユニット3は抵抗R1に直列接続されているため、発光ユニット3を流れる電流は抵抗R1を流れる電流 $I_R$ と等しくなる。これにより、発光ユニット3を構成する各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>は定電流にて駆動されることになる。

【0006】周知のように、発光ダイオードに電流を流すと、その端子間には順方向電圧が現れる。複数個の発光ダイオードを直列に接続すると、当然、発光ダイオードを点灯するために発光ユニット3の両端に印加するべき電圧も高くなってしまふ。しかし、実際に使用される素子の耐圧性能や回路の絶縁などの観点からすると、コンバータ回路1aの出力電圧をあまり高い値にすることは望ましくない。このため、数多くの発光ダイオードを同時に点灯しなければならない場合には、図8に示すようにn個の発光ダイオードを直列接続した発光ダイオード列をm列配置し、発光ユニット3aを形成する。これならば、 $n \times m$ 個の発光ダイオードを点灯する際にも、発光ユニット3aに印加すべき電圧は発光ダイオードn個の順方向電圧の合計値以上で済み、コンバータ回路1aの出力電圧の低電圧化を図ることができる。

【0007】なお、n個の発光ダイオードを直列接続した発光ダイオード列をm列配置し、発光ユニット3aを形成した場合、第1列目から第m列目の各発光ダイオード列には、それぞれ抵抗R1～Rmが直列に接続される。そして、特定の発光ダイオード列と抵抗の接続点、具体的には第1列目の発光ダイオード列LED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>と抵抗R1との接続点がコンバータ回路1aの誤差増幅器EA1の第2の入力側に接続されることになる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】図7の点灯回路は、コンバータ回路1aと、発光ユニット3に直列接続した抵抗R1とにより、簡易な構成で発光ダイオードの定電流駆動を実現している。ところで、図7では、コンバータ回路1aがスイッチングレギュレータの形態となっている。スイッチングレギュレータは、シリースレギュレータに比べて回路の効率は高いものの、そのフィードバック制御作用とスイッチング動作の関係に起因して、出力電圧にリップルを生じることが避けられない。このため

図7の回路では抵抗R1の両端に現れる電圧にリップルが生じ、電圧のリップルに伴って発光ユニット3を流れる電流にもリップルが生じるといった問題があった。

【0009】また、発光ダイオード素子の製品毎の順方向電圧のばらつきは、各種電子素子の特性値のばらつきの中でも最も大きい部類に属する。このため、図8に示すような構成として数多くの発光ダイオードを点灯させようとした場合、各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>mn</sub>の順方向電圧値のばらつきによって、第1から第mの各発光ダイオード列の列毎の順方向電圧の合計値にも大きなばらつきが生じる。こうなると、製品毎に第1列から第m列の各発光ダイオード列を流れる電流の値を厳密に設定することは不可能となり、例えば、抵抗R1～Rmの各抵抗値を同一に設定し、かつ、各列毎の発光ダイオードの直列数を同じにしても、第1列から第m列の各発光ダイオード列を流れる電流の値を全て同一にすることは困難であった。

【0010】これに加え、周囲温度の変化などによって発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>mn</sub>の順方向電圧の値が変化すると、フィードバック制御がなされていない第1列目以外の各発光ダイオード列を通過する電流の値が本来の設定値から変化してしまう、などの問題もあった。そこで本発明は、発光ダイオードに安定した電流を流すことができ、しかもその電流値を正確かつ容易に設定することが可能な点灯回路を提供することを目的とした。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明による点灯回路は、少なくとも1つの発光ダイオードからなる発光ユニットに対し、当該発光ダイオードが点灯するのに必要な直流電力を供給する点灯回路において、発光ユニットに対して直列に接続される定電流回路と、定電流回路の端子間電圧が一定になるよう出力電圧を制御しながら、発光ユニットと定電流回路の直列回路に直流電力を供給するコンバータ回路とを具備することを特徴とする。

【0012】ここで具体的には、電流源と、電流源にその主電流路が直列に接続された第1のトランジスタと、発光ユニットにその主電流路が直列に接続され、第1のトランジスタの制御端子にその制御端子が接続された第2のトランジスタとによって定電流回路を構成する。あるいは、発光ユニットに直列接続された第3のトランジスタと、発光ユニットを流れる電流に応じて第3のトランジスタの導通状態を制御する誤差増幅器とによって定電流回路を構成する。コンバータ回路については、定電流回路の端子間電圧を、定電流回路が所定の値の電流を安定して流すことのできるサチレーション電圧以上の電圧値に保持するよう構成するものとする。

【0013】

【発明の実施の形態】少なくとも1つの発光ダイオード

からなる発光ユニットに定電流回路を直列接続する。そして、当該発光ユニットと定電流回路の直列回路に対して、コンバータ回路から、定電流回路の端子間電圧が一定になるよう出力電圧を制御しながら直流電力を供給する。ここで、駆動電圧供給点とグラウンドとの間に電流源と第1のトランジスタの主電流路を直列接続し、第1のトランジスタの主電流路の一端と制御端子とを接続する。第1のトランジスタの制御端子に第2のトランジスタの制御端子を接続し、第2のトランジスタの主電流路を発光ユニットと直列状態でコンバータ回路とグラウンドとの間に接続する。この電流源と第1および第2のトランジスタによって定電流回路を構成するものとする。コンバータ回路についてはスイッチングレギュレータを使用し、コンバータ回路の出力検出端子を発光ユニットと定電流回路の接続点に接続する。

【0014】別の実施の形態では、第3のトランジスタの主電流路と抵抗と発光ユニットを直列状態でコンバータ回路とグラウンドとの間に接続する。第3のトランジスタの制御端子に誤差増幅器の出力側を接続し、誤差増幅器の2つある入力側のうちの第1の入力側を前記抵抗の第3のトランジスタ側の一端に接続する。誤差増幅器の第2の入力側は前記抵抗の第3のトランジスタとは逆側の他端に、基準電圧源を介して接続する。この第3のトランジスタ、誤差増幅器、抵抗および基準電圧源によって定電流回路を構成するものとする。コンバータ回路についてはスイッチングレギュレータを使用し、コンバータ回路の出力検出端子を発光ユニットと定電流回路の接続点に接続する。

【0015】さらに別の実施の形態では、 $n \times m$ 個の発光ダイオードを各々 $n$ 個ずつ直列接続し、これによって得られた $m$ 個の発光ダイオード列を並列に配置し、発光ユニットを構成する。ここで、駆動電圧供給点とグラウンドとの間に電流源と第1のトランジスタの主電流路を直列接続し、第1のトランジスタの主電流路の一端と制御端子とを接続する。第1のトランジスタの制御端子に対し、発光ダイオード列と同数の $m$ 個の第2のトランジスタのそれぞれの制御端子を接続する。この電流源と第1のトランジスタ、 $m$ 個の第2のトランジスタによって定電流回路を構成する。発光ユニットと定電流回路の、それぞれ対応する発光ダイオード列と第2のトランジスタを各1つつ直列に接続し、こうして得られた $m$ 個の発光ダイオード列と第2のトランジスタの直列回路をコンバータ回路とグラウンドとの間に並列に接続する。コンバータ回路にはスイッチングレギュレータを使用し、コンバータ回路の出力検出端子を所定の発光ダイオード列と第2のトランジスタの接続点に接続する。

【0016】

【実施例】本発明の点灯回路の基本概念は、電圧変化や周囲温度変化が生じてても流通電流の設定値が変化しない安定度の高い電流の流通手段と、発光ダイオードと電流

の流通手段が動作する上で必要な電圧を確保すると同時に、その電圧の安定化によって副次的に電流の安定化に寄与する直流電力の供給手段とを組み合わせることにある。図1はこの基本概念に基づく点灯回路を示している。図1に示す点灯回路は、複数の発光ダイオード $LED_{11} \sim LED_{1n}$ からなる発光ユニット3に対して定電流回路2を接続し、この発光ユニット3と定電流回路2の直列回路に対してコンバータ回路1の出力端子OUTを接続する。発光ユニット3と定電流回路2の接続点をコンバータ回路1の出力検出端子FBに接続し、コンバータ回路1の電源端子VCCとグラウンド端子GNDをそれぞれ電源供給点(VIN)とグラウンドに接続した構成となっている。

【0017】以上のような図1の点灯回路では、まず、コンバータ回路1が定電流回路2の端子間電圧が一定になるように出力電圧を制御する。定電流回路2は、リップルによる変動が多少有るものの、安定化された電圧の供給を受け、通過する電流 $i$ の値が一定になるよう電流制御を行う。これにより発光ユニット3を通過する電流は一定になり、各発光ダイオード $LED_{11} \sim LED_{1n}$ は定電流駆動される。ここで、発光ユニット3と定電流回路2を通過する電流 $i$ は定電流回路2の内部の電流安定化作用により一定の値に保持される。このため発光ユニット3を通過する電流は、抵抗 $R1$ を使用した時に比べてコンバータ回路1の出力電圧のリップルや周囲温度の影響をほとんど受けないものとなる。

【0018】図2は本発明の点灯回路の第1の実施例の回路図であり、図1の概念をより具体化したものである。すなわち、チョークコイル $L1$ 、スイッチングトランジスタ $Q1$ 、ダイオード $D1$ 、コンデンサ $C1$ 、制御回路 $DR1$ 、誤差増幅器 $EA1$ および基準電圧源 $V_{ref}$ により、図7と同じコンバータ回路1aを構成する。複数の発光ダイオード $LED_{11} \sim LED_{1n}$ を直列に接続し、発光ユニット3を構成する。発光ユニット3に定電流回路2aを直列に接続し、この直列接続された発光ユニット3と定電流回路2aをコンデンサ $C1$ に対して並列に接続する。そして、発光ユニット3と定電流回路2aの接続点を、コンバータ回路1aの出力検出端子としての誤差増幅器 $EA1$ の第2の入力側に接続する。

【0019】ここで定電流回路2aについては以下のような回路構成とする。駆動電圧の供給点( $V_D$ )を電流源 $CS1$ を介してNPN型のトランジスタ $Q2$ のコレクタに接続し、トランジスタ $Q2$ のエミッタをグラウンドに接続する。トランジスタ $Q2$ のコレクタ、ベース間を短絡し、トランジスタ $Q2$ のベースにNPN型のトランジスタ $Q3$ のベースを接続する。トランジスタ $Q3$ のエミッタをグラウンドに接続し、トランジスタ $Q3$ のコレクタを発光ユニット3に接続する。このような構成の回路では、コンバータ回路1aが動作し、コンデンサ $C1$ の端

子間電圧がコンバータ回路1aの出力電圧として発光ユニット3と定電流回路2aの直列回路に供給される。なお、コンバータ回路1aの動作については図7の回路と同じである。

【0020】定電流回路2aはトランジスタQ2とQ3の接続構成によってカレントミラー定電流回路の形態となっている。このためトランジスタQ3の主電流路には、トランジスタQ2の主電流路を通過する電流と各トランジスタQ2とQ3のエミッタ面積比によって決定される電流が流れる。トランジスタQ2とQ3のカレントミラー動作の結果として得られるこの電流は、周囲温度やトランジスタQ3のコレクタに印加される電圧の変動に対して安定度の高いものとなる。勿論、コンバータ回路1aの出力電圧としてのコンデンサC1の端子間電圧に多少のリプルが含まれていても電流の安定度にほとんど影響は無い。したがって、発光ユニット3を構成する各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>は、トランジスタQ3の主電流路を通過する安定度の高い電流によって定電流駆動されることになる。

【0021】図3には本発明の点灯回路の第2の実施例の回路図を示した。図2に示す回路では、n個全ての発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>を直列接続し、発光ユニット3を構成していた。これに対して図3の回路では、n×m個の発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>mn</sub>をn個ずつ直列接続し、これによって得られたm個の発光ダイオード列を並列に配置し、発光ユニット3aを構成している。このような構成の発光ユニット3aに対応するため、図3の回路では、駆動電圧の供給点(V<sub>D</sub>)に接続された電流源CS1と、電流源CS1にそのコレクタとベースとが接続されたNPN型のトランジスタQ10と、トランジスタQ10のベースにそのベースが接続されたm個のトランジスタQ11～Q1mによって定電流回路2bを構成している。

【0022】そして、例えば第1列目の発光ダイオード列(LED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>)にはトランジスタQ11の主電流路を接続する、第2列目の発光ダイオード列(LED<sub>21</sub>～LED<sub>2n</sub>)にはトランジスタQ12の主電流路を接続する、というように、発光ユニット3aのm列有る発光ダイオード列のそれぞれに、1つずつ定電流回路2bのトランジスタQ11～Q1mの主電流路を接続する。このようにして接続された発光ユニット3aと定電流回路2bをコンバータ回路1aのコンデンサC1に並列に接続する。第1列目の発光ダイオード列(LED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>)とトランジスタQ11の主電流路の接続点を、コンバータ回路1a内に設けられた誤差増幅器EA1の出力検出端子としての第2の入力側に接続する。なお、コンバータ回路1aの構成は図2、図7の回路と同一とする。

【0023】このような図3の回路では、定電流回路2bのトランジスタQ10とトランジスタQ11～Q1m

がそれぞれカレントミラー回路を構成し、トランジスタQ11～Q1mの各主電流路にはカレントミラー動作による安定度の高い電流が流れる。これに伴って発光ユニット3aを構成する第1から第mの各発光ダイオード列にもカレントミラー動作による安定度の高い電流が流れ、各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>mn</sub>は定電流駆動される。解決すべき課題の項の中でも述べているように、各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>mn</sub>の順方向電圧値のばらつきによって第1から第mの各発光ダイオード列の順方向電圧の合計値がかなり異なってしまうことがある。

【0024】しかしカレントミラー回路においては、第2のトランジスタの主電流路を流れる電流は、第1と第2のトランジスタのエミッタ面積の比率と、コレクタ、エミッタ間が接続された第1のトランジスタの主電流路を流れる電流の大きさによってほぼ決定される。ここで、図3中のトランジスタQ10が第1のトランジスタ、トランジスタQ11～Q1mが第2のトランジスタに相当する。このため、各トランジスタQ11～Q1mの主電流路を通過するそれぞれの電流の値は、実質的に、各発光ダイオード列の順方向電圧の合計値の影響を受けない。その結果、各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>mn</sub>の順方向電圧値にばらつきがあっても、トランジスタQ10～Q1mと電流源CS1の設定次第で、容易に希望する値に設定することが可能となる。

【0025】また、従来の回路では、その出力電圧、すなわちコンデンサC1の端子間電圧を安定化し、間接的に、第1から第mの各発光ダイオード列を通過する電流の安定化を図っていた。このような間接的な電流の安定化では、フィードバック制御がなされていない第1列目以外の各発光ダイオード列を通過する電流の値が、各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>mn</sub>の順方向電圧の変化に伴って変わってしまう、という問題があった。しかし図3の回路では、第1から第mの各発光ダイオード列を通過する電流の安定化は、各発光ダイオード列に直列に接続されたトランジスタQ11～Q1mのカレントミラー動作によって直接的に行われる。このため、仮に、周囲温度の変化によって各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>mn</sub>の順方向電圧値が変化しても、フィードバック制御がなされていない第1列目以外の各発光ダイオード列を通過する電流の値が変化することは無くなる。

【0026】なお、図3の回路では、コンバータ回路1aのフィードバック制御は、定電流回路2bの端子間電圧を、カレントミラー回路が安定的に動作できるサチレーション電圧以上の値で安定化するために行われる。この定電流回路2bの端子間電圧を安定化することにより定電流回路2bでのカレントミラー動作がほぼ一定の状態で行われるようにする。そして、入力電圧や各発光ダイオード列の列毎の順方向電圧の合計値が変化した場合

にも定電流回路 2 b の動作と各発光ダイオード LED<sub>11</sub> ~ LED<sub>mn</sub> の発光状態が不安定化することを防止する。話が前後するが、図 2 の回路もこれに同じである。

【0027】図 4 には本発明の点灯回路の第 3 の実施例の回路図を示した。この図 4 に示す回路は、チョークコイル L 1、スイッチングトランジスタ Q 1、ダイオード D 1、コンデンサ C 1、制御回路 DR 1、誤差増幅器 EA 1 および基準電圧源  $V_{ref}$  によりコンバータ回路 1 b を構成する。なお、図 2、図 7 のコンバータ回路 1 a では、誤差増幅器 EA 1 の第 1 の入力側は基準電圧源  $V_{ref}$  を介してグランドに接続されていた。これに対し、図 4 のコンバータ回路 1 b では、誤差増幅器 EA 1 の第 1 の入力側は基準電圧源  $V_{ref}$  を介してコンデンサ C 1 とダイオード D 1 の接続点に接続する。その他のコンバータ回路 1 b の回路部分については図 2、6 のコンバータ回路 1 a と同一である。

【0028】複数の発光ダイオード LED<sub>11</sub> ~ LED<sub>1n</sub> を直列に接続し、発光ユニット 3 を構成する。発光ユニット 3 に定電流回路 2 c を直列に接続し、この直列接続された発光ユニット 3 と定電流回路 2 c を、発光ユニット 3 がグランド側となるようにコンバータ回路 1 b のコンデンサ C 1 に対して並列に接続する。ここで、コンバータ回路 1 b のコンデンサ C 1 とダイオード D 1 の接続点に PNP 型のトランジスタ Q 4 と Q 5 の各エミッタを接続し、トランジスタ Q 4 と Q 5 の各ベースを共通接続する。トランジスタ Q 4 のコレクタは電流源 CS 2 を介してグランドに接続し、トランジスタ Q 5 のコレクタは発光ユニット 3 に接続する。トランジスタ Q 4 のコレクタ、ベース間を接続し、このトランジスタ Q 4、Q 5 および電流源 CS 2 により定電流回路 2 c を構成する。

【0029】この図 4 の回路は、実質的に、図 2 の回路の発光ユニット 3 と定電流回路 2 a の接続位置を逆にするよう構成したものであり、その概略の動作は図 2 の回路とほぼ同じになる。そして、図 4 においても、発光ユニット 3 を通過する電流の安定化は定電流回路 2 c のカレントミラー動作によって行われる。また、図 4 のコンバータ回路 1 b のフィードバック制御は、定電流回路 2 c の端子間電圧をカレントミラー回路のサチレーション電圧以上の値で安定化するために行われる。ちなみに、図 4 の回路では、発光ユニット 3 の一端がグランドに接続された回路形態となっている。配線基板上ではグランドの導体パターンは至る所に配置されている。このため、図 4 の回路は図 2 の回路に比べて発光ユニット 3 を配線基板上に配置する上で自由度が高いという利点がある。

【0030】図 5 には本発明の点灯回路の第 4 の実施例の回路図を示した。今まで説明した図 2 から図 4 の中に示されたコンバータ回路 (1 a、1 b) は昇圧チョッパ

型のコンバータの構成であった。これに対して図 5 のコンバータ回路 1 c は降圧チョッパ型のコンバータの構成となっている。すなわち、PNP 型のスイッチングトランジスタ Q 6 のエミッタを電源供給点 ( $V_{EN}$ ) に接続し、そのコレクタをチョークコイル L 2 の一端に接続する。チョークコイル L 2 の一端には、アノードがグランドに接続されたダイオード D 2 のカソードを接続し、チョークコイル L 2 の他端には、他端がグランドに接続されたコンデンサ C 2 の一端を接続する。

【0031】スイッチングトランジスタ Q 6 のベースは制御回路 DR 2 に接続する。制御回路 DR 2 はさらに誤差増幅器 EA 2 の出力側に接続し、誤差増幅器 EA 2 の 2 つある入力側のうちの第 1 の入力側とグランドの間に基準電圧源  $V_{ref}$  を接続する。このスイッチングトランジスタ Q 6、チョークコイル L 2、ダイオード D 2、コンデンサ C 2、制御回路 DR 2、誤差増幅器 EA 2 および基準電圧源  $V_{ref}$  によりコンバータ回路 1 c を構成する。発光ユニット 3 と定電流回路 2 a を直列に接続し、この直列接続された発光ユニット 3 と定電流回路 2 a をコンデンサ C 2 に対して並列に接続する。そして、発光ユニット 3 と定電流回路 2 a の接続点を誤差増幅器 EA 2 の 2 つある入力側のうちの第 2 の入力側に接続する。なお、発光ユニット 3 と定電流回路 2 a の構成は図 2 の回路と同一である。

【0032】このような構成とした図 5 の回路は、コンバータ回路 1 c が降圧型のため、入力電圧  $V_{EN}$  が発光ユニット 3 を構成する発光ダイオード LED<sub>11</sub> ~ LED<sub>1n</sub> の順方向電圧の合計値よりもはるかに高い場合に使用される。ここで、コンバータ回路 1 c は、スイッチングトランジスタ Q 6 が制御回路 DR 2 からの駆動信号に応じてオン、オフ動作を繰り返し、電流を断続する。トランジスタ Q 6 を通過したパルス状の電流を、チョークコイル L 2 とダイオード D 2 とコンデンサ C 2 によって平滑し、直流に変換する。この時、コンデンサ C 2 の端子間に生じた電圧をコンバータ回路 1 c の出力電圧として発光ユニット 3 と定電流回路 2 a に供給する。

【0033】図 2 と図 5 の回路は、それぞれ定電流回路 2 a と発光ユニット 3 の回路構成が同一であるため、定電流回路 2 a の動作と作用も同じものとなる。したがって、図 5 の回路においても発光ユニット 3 を通過する電流の安定化は定電流回路 2 a のカレントミラー動作によって行われる。また、図 5 のコンバータ回路 1 c のフィードバック制御は、定電流回路 2 a の端子間電圧をカレントミラー回路のサチレーション電圧以上の値で安定化するために行われることになる。

【0034】図 6 には本発明の点灯回路の第 5 の実施例の回路図を示した。図 2 から図 6 の各回路では、定電流回路をカレントミラー回路を使用して構成していた。これに対して図 5 の回路では、誤差増幅器 EA 3 を使用して定電流回路 2 d を構成している。すなわち、発光ユニ

ット3にNPN型のトランジスタQ7のコレクタを接続し、トランジスタQ7のエミッタを抵抗RDを介してグランドに接続する。誤差増幅器EA3を設け、誤差増幅器EA3の出力側をトランジスタQ7のベースに接続する。誤差増幅器EA3の2つある入力側のうちの第1の入力側をトランジスタQ7と抵抗RDの接続点に接続し、第2の入力側を基準電圧源 $V_{ref2}$ を介してグランドに接続する。このトランジスタQ7、抵抗RD、誤差増幅器EA3および基準電圧源 $V_{ref2}$ により、定電流回路2dを構成する。なお、コンバータ回路1aと発光ユニット3については図2の回路と同じ構成である。

【0035】このような構成とした図6の回路の場合、定電流回路2dの内部では、抵抗RDの端子間電圧がほぼ基準電圧源 $V_{ref2}$ の出力電圧と同じになるよう、誤差増幅器EA3とトランジスタQ7が動作する。ここで、抵抗RDの端子間電圧がほぼ基準電圧源 $V_{ref2}$ の出力電圧と同じ値に一定に保たれれば、抵抗RDおよびトランジスタQ7の主電流路を通過する電流は一定となる。これにより、抵抗RD、トランジスタQ7の主電流路と直列接続の状態にある発光ユニット3を通過する電流も一定となり、各発光ダイオードLED<sub>11</sub>～LED<sub>1n</sub>は定電流にて駆動されることになる。なお、コンバータ回路1aのフィードバック制御は、今までの回路と同様に、定電流回路2dの端子間電圧を、定電流回路2dが安定した動作を行うことが可能なサチレーション電圧以上の値で安定化するために行われる。

【0036】以上の実施例の説明では、コンバータ回路に非絶縁型のスイッチングレギュレータを使用した場合を想定した。しかし、コンバータ回路にトランスによる絶縁型のスイッチングレギュレータを使用しても良い。また、各実施例の回路では、コンバータ回路が誤差増幅器を有し、かつ他励式のものとなっている。しかし、誤差増幅器EA1、EA2に代えてエラーコンパレータを使用したコンバータ回路、あるいは自励式のコンバータ回路をなど使用しても構わない。図2、3、4、5の回路では、定電流回路を、第1のトランジスタ(Q2、Q4、Q10)のコレクタ、ベース間を接続した最も基本的なカレントミラー回路によって構成しているが、ウィルソン型、電流増幅型など、他の形態のカレントミラー回路によって構成しても良い。勿論、定電流回路を構成するトランジスタにバイポーラ型以外のトランジスタ、具体的にはMOSFET等、を使用しても構わない。

【0037】図2、3、5において、定電流回路(2a、2b)を構成する電流源CS1の一端は駆動電源供給点( $V_D$ )に接続することとしている。しかし、定電流回路(2a、2b)と発光ユニット(3、3a)の接続点の電圧に高い安定度が得られる場合、電流源CS1の一端は前記接続点に接続しても良い。そして図6においては、定電流回路2dに誤差増幅器を用いた最も基本

的な定電流回路を使用している。しかし、温度特性を補償した形態のものなど、その回路構成が図6と異なった誤差増幅器型の定電流回路を使用しても良い。実施例として示した回路の変形は、本発明の要旨を変更しない範囲であれば、当然、可能である。

#### 【0038】

【発明の効果】本発明による点灯回路は、少なくとも1つの発光ダイオードからなる発光ユニットに定電流回路を直列接続する。そして、当該発光ユニットと定電流回路の直列回路に対して、コンバータ回路から、定電流回路の端子間電圧が一定になるよう出力電圧を制御しながら直流電力を供給する構成を特徴としている。このような構成によれば、発光ユニットを構成する各発光ダイオードは、定電流回路内の制御動作によって得られる安定度の高い電流によって定電流駆動される。ここでコンバータ回路は、定電流回路の端子間電圧を、その定電流回路が安定して動作することが可能なサチレーション電圧以上の値で安定化し、入力電圧や直列接続された発光ダイオードの順方向電圧の合計値の変化によって定電流回路の動作と各発光ユニットの発光状態が不安定化することを防止する。

【0039】また、発光ユニットを通過する電流は、抵抗を使用する従来の回路に比べてコンバータ回路の出力電圧のリップルの影響をほとんど受けないものとなる。そして、発光ダイオードを1列当たりn個直列接続してそれを並列にm列配置して発光ユニットを構成した場合、各発光ダイオードの順方向電圧値にばらつきがあっても、定電流回路を構成する素子の特性値の設定次第で、容易かつ正確に希望する値に設定することが可能となる。また、周囲温度の変化によって各発光ダイオードの特性値が変化しても、フィードバック制御がなされていない第1列目以外の各発光ダイオード列を通過する電流の値が変化するというのも無くなる。従って、本発明によれば、発光ダイオードに安定した電流を流すことができ、しかもその電流値を正確かつ容易に設定できる点灯回路が提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の基本概念に基づく点灯回路のブロック図。

【図2】 本発明による点灯回路の第1の実施例の回路図。

【図3】 本発明による点灯回路の第2の実施例の回路図。

【図4】 本発明による点灯回路の第3の実施例の回路図。

【図5】 本発明による点灯回路の第4の実施例の回路図。

【図6】 本発明による点灯回路の第5の実施例の回路図。

【図7】 従来の一例の点灯回路の回路図。



【図8】 発光ダイオードの数が多い場合における発光ユニットの構成と、発光ユニットと抵抗の接続構成を示す回路図。

【符号の説明】

1 : コンバータ回路      1a~1c : コンバータ回路  
(具体回路)      2 : 定電流回路      2a~2d :

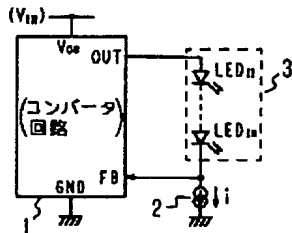
定電流回路 (具体回路)      3, 3a : 発光ユニット

CS1, CS2 : 電流源      Q2, Q10 : トランジスタ (第1のトランジスタ)

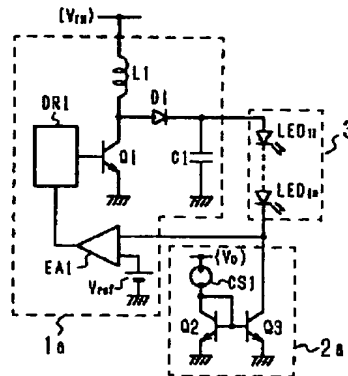
Q3, Q11 ~ Q1m : トランジスタ (第2のトランジスタ)

(V<sub>IN</sub>) : 電源供給点      (V<sub>D</sub>) : 駆動電圧供給点

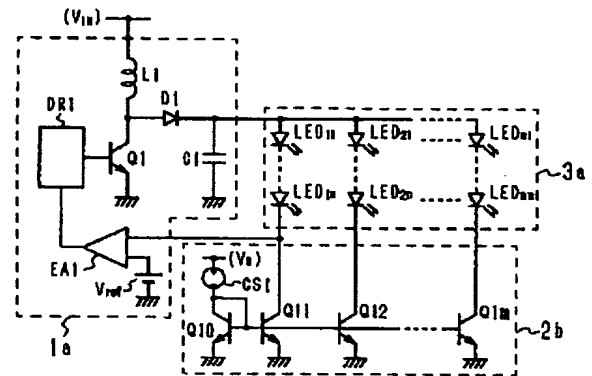
【図1】



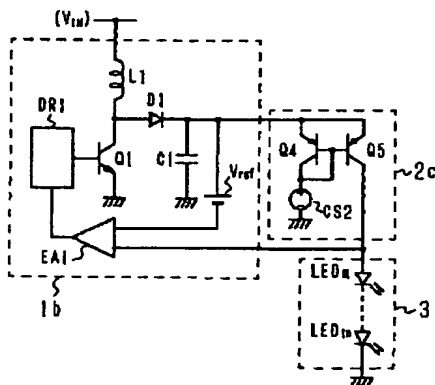
【図2】



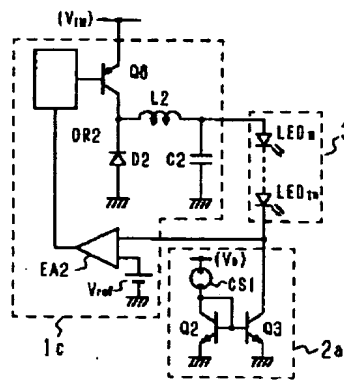
【図3】



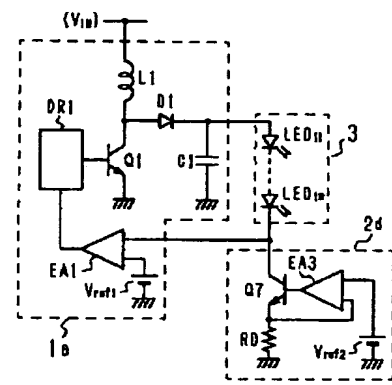
【図4】



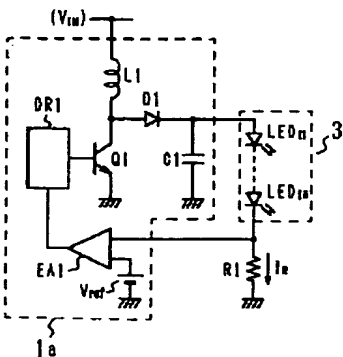
【図5】



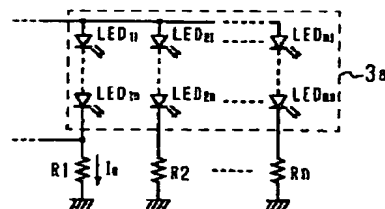
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K073 AA12 AA25 AA75 BA09 CG02  
CJ17  
5C080 AA07 BB03 CC07 DD20 DD30  
FF03 FF08 HH14 JJ03 KK52  
5F041 BB10 BB23 BB24 BB26 BB32  
5H730 AA02 AA14 AS02 BB14 DD02  
DD21 DD26 EE18 FD31 FF15  
FG01